

PAT-NO: JP408167123A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08167123 A

TITLE: PRODUCTION OF MAGNETIC HEAD, SUBSTRATE HAVING MAGNETIC HEAD ELEMENT GROUP, AND PRODUCTION OF SUBSTRATE HAVING MAGNETIC HEAD ELEMENT GROUP

PUBN-DATE: June 25, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
YUHITO, ISAMU  
MIYAZAKI, TORU  
SAITO, HARUNOBU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP06309238

APPL-DATE: December 13, 1994

INT-CL (IPC): G11B005/39, G11B005/31

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a production method to prevent dielectric breakdown due to electrostatic charges during producing a head by electrically connecting plural magnetoresistance effect heads formed on a substrate having magnetic head elements to the magnetic pole of a magnetic reproducing separating type composite head.

CONSTITUTION: Dielectric breakdown is most easily caused during a protective film 13 is formed. The area where dielectric breakdown is easily caused is in the upper gap film 5 and the lower gap film 4 interposed between an electrode 8 and an upper shield film 3, and a lower shield film 2. Both films are thin having 100-300nm thickness. During producing the head, the electrode 8, lower shield film 2, upper shield film 3 and magnetic pole 12 are electrically connected on the element with a through hole 16. By this method, the electrode 8, lower shield film 2 and upper shield film 3 which held the upper gap film 5 and the lower gap film 4, and the magnetic pole 12 are made at the same potential, which prevents dielectric breakdown among these films.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-167123

(43)公開日 平成8年(1996)6月25日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 11 B 5/39  
5/31

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 8940-5D  
Q 8940-5D  
M 8940-5D

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L. (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平6-309238

(22)出願日

平成6年(1994)12月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 由比藤 勇

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 宮崎 徹

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 斎藤 治信

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 弁理士 武 頤次郎

(54)【発明の名称】 磁気ヘッドの製造方法、磁気ヘッド素子群を有する基板、及び、磁気ヘッド素子群を有する基板の製造方法

(57)【要約】

【目的】 磁気抵抗効果型ヘッド及び記録再生分離型複合ヘッド素子の形成時において、静電気による素子の絶縁破壊を防止し、高い歩留りで素子を形成する。

【構成】 磁気抵抗効果型ヘッドを構成する電極とシールド膜と、あるいは、電極とシールド膜及び誘導型薄膜磁気ヘッドの磁極とを電気的に接続して、基板上に多数のヘッド素子を形成する作製プロセスを実施し、素子の作製後、切り離す際に、前記接続を除去する。これにより、プロセス途中の静電気による素子の絶縁破壊を防止することができ、高い歩留りでヘッド素子を形成することができる。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 上部、下部シールド膜、磁気抵抗効果膜、該磁気抵抗効果膜にバイアス磁界を印加するためのバイアス膜、前記磁気抵抗効果膜に電気的に接続された電極、前記磁気抵抗効果膜及び電極と前記上部、下部シールド膜との間に形成された上部、下部ギャップ膜、バルクハウゼンノイズ抑止のために磁気抵抗効果膜と磁気的に接続され、かつ、その両端に形成された磁区制御膜等からなる磁気抵抗効果型ヘッド素子、または、前記磁気抵抗効果型ヘッド素子と誘導型薄膜磁気ヘッド素子とからなる記録再生分離型複合ヘッド素子の複数個を、前記電極と上部及び下部シールド膜とを電気的に接続して基板上に形成し、基板上に形成された前記磁気抵抗効果型ヘッド素子または記録再生分離型複合ヘッド素子を1個ずつ切り離し、前記電極と上部及び下部シールド膜との電気的な接続を切り離すことを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 上部、下部シールド膜、磁気抵抗効果膜、該磁気抵抗効果膜にバイアス磁界を印加するためのバイアス膜、前記磁気抵抗効果膜に電気的に接続された電極、前記磁気抵抗効果膜及び電極と前記上部、下部シールド膜との間に形成された上部、下部ギャップ膜、バルクハウゼンノイズ抑止のために磁気抵抗効果膜と磁気的に接続され、かつ、その両端に形成された磁区制御膜等からなる磁気抵抗効果型ヘッド素子、または、前記磁気抵抗効果型ヘッド素子と誘導型薄膜磁気ヘッド素子とからなる記録再生分離型複合ヘッド素子の複数個が、前記電極と上部及び下部シールド膜とを電気的に接続して基板上に形成されていることを特徴とする磁気ヘッド素子群を有する基板。

【請求項3】 上部、下部シールド膜、磁気抵抗効果膜、該磁気抵抗効果膜にバイアス磁界を印加するためのバイアス膜、前記磁気抵抗効果膜に電気的に接続された電極、前記磁気抵抗効果膜及び電極と前記上部、下部シールド膜との間に形成された上部、下部ギャップ膜、バルクハウゼンノイズ抑止のために磁気抵抗効果膜と磁気的に接続され、かつ、その両端に形成された磁区制御膜を順次形成する工程を含み、前記下部ギャップ膜、及び、上部ギャップ膜の形成時、これらの膜にスルーホールを設け、該スルーホールを介して前記電極と上部及び下部シールド膜とを電気的に接続することを特徴とする磁気ヘッド素子群を有する基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ヘッドの製造方法、磁気ヘッド素子群を有する基板、及び、磁気ヘッド素子群を有する基板の製造方法に係り、特に、磁気ディスク装置、VTR等に用いて効果的な磁気抵抗効果型ヘッド及び記録再生分離型複合ヘッド等の磁気ヘッドの製造方法、これらの磁気ヘッド素子群を有する基板、及

2

び、これらの磁気ヘッド素子群を有する基板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、磁気記録装置は、その記憶容量の増大に伴い、記録密度が高まっており、また、装置の小型化が図られている。また、同時に、記録媒体のヘッドに対する相対速度が低速になっている。例えば、磁気ディスク装置は、トラック幅が数μmになりつつあり、ディスク径が3.5インチ、2.5インチさらには2インチ以下と小径なってきている。このように、信号を狭く記録し、また、高S/N(信号/ノイズ比)に再生するために、記録に誘導型薄膜磁気ヘッド、再生に磁気抵抗効果型ヘッドを用いる記録再生分離型複合ヘッドの開発が盛んとなっている。

【0003】 この種のヘッドに関する従来技術として、例えば、IEEE Trans. Magn., 26, 1689(1990) (アイイーイーイー トランザクション オン マグネチックス ボリューム26 ページ1689 1990年) 等に記載された技術が知られている。

20 【0004】 以下、この種の従来技術による記録再生分離型複合ヘッドについて図面により説明する。

【0005】 図4は従来技術による記録再生分離型複合ヘッドの構造を説明する斜視図、図5は再生用磁気抵抗効果型ヘッドの構造を説明する図、図6は基板上に形成される磁気ヘッド群を説明する図、図7は記録再生分離複合ヘッドの作製プロセスを説明する図である。図4～図6において、1は基板、2は下部シールド膜、3は上部シールド膜、4は下部ギャップ膜、5は上部ギャップ膜、6はMR複合膜、7は磁区制御膜、8は電極、9はギャップ膜、10はコイル、11は絶縁層、12は磁極、19は保護膜である。

【0006】 記録再生分離型複合ヘッドは、図4に示すように、再生用磁気抵抗効果型ヘッド上に、コイル10、絶縁層11、磁極12による記録用誘導型薄膜磁気ヘッドが積層された構造を有している。そして、再生用磁気抵抗効果型ヘッド部は、図5にもその詳細を示すように、上部シールド膜3及び下部シールド膜2、MR複合膜6、該MR複合膜6の両端に形成した磁区制御膜7、下部、上部ギャップ膜4及び5等により構成されている。

【0007】 磁気抵抗効果型ヘッドを構成する各膜は、非常に薄いものであり、例えば、MR複合膜6及び磁気抵抗効果膜7は数10nm、また、下部及び上部ギャップ膜4、5の厚膜は、それぞれ100～300nm程度である。これらの膜厚は、記録の高密度化のためにさらに薄くなる傾向にある。

【0008】 これら磁気ヘッドは、図6(a)に示すように、基板1上に多数同時に磁気ヘッド素子として形成し、その後、切断、研磨等により1つ1つの磁気ヘッド50に分離し、図6(b)に示すように、スライド加工を行

うことにより作製される。

【0009】次に、図7を参照して、前述したような記録再生分離複合ヘッドの作製プロセスを基板上への素子形成工程を含めて説明する。

【0010】(1) 基板1として、例えば、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{TiC}$ の基板を用意する。そして、基板1上に、下地膜として $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜1-1を成膜する。

【0011】(2) 下地膜上に、下部シールド膜2、下部ギャップ膜4を成膜する。

【0012】(3) 磁区制御膜7、MR複合膜6及び電極8を形成する。

【0013】(4) 上部ギャップ膜5、上部シールド膜3を形成する。

【0014】(5) コイル10、絶縁層11、磁極12等からなる誘導型薄膜磁気ヘッド素子を形成する。

【0015】(6) 保護膜13及び端子14を形成する。

【0016】記録再生分離型複合ヘッドは、前述したように作製されるが、再生用の磁気抵抗効果型ヘッドあるいは記録用の誘導型薄膜磁気ヘッドを積層した記録再生分離型複合ヘッドを作製する上での大きな課題は、磁気抵抗効果型ヘッド素子が、基板上への作製段階で絶縁破壊により破壊されることである。

【0017】磁気抵抗効果型ヘッドの作製段階での絶縁破壊を防止する技術に関して、例えば、特開昭61-77114号公報等に記載されたものが知られている。この技術は、電極を挟む一対のシールド膜を等電位とし、また、その電位をアース電位として、電極に電荷が誘起されることなくすることにより、ヘッドが絶縁破壊されることを防止するというものであり、ヘッドの使用におけるヘッドの破壊を防止するという課題を解決するために有効であるが、ヘッド素子作製時に利用することができないものである。

【0018】図8は上部ギャップ膜形成時の破壊のメカニズムを説明する図、図9は保護アルミナ膜形成時の破壊のメカニズムを説明する図であり、以下、図8、図9を参照して、ヘッド素子作製時におけるヘッド破壊のメカニズムを説明する。

【0019】まず、図8を参照して上部ギャップ膜形成時の破壊について説明する。図7による作製の工程で、上部ギャップ膜5を形成したとき、上部ギャップ膜5の表面に蓄積した電荷により、電極8、下部シールド膜4の表面に電荷が静電誘導される。このため、上部ギャップ膜5の表面と電極8あるいは下部シールド膜2との間、電極8と下部シールド膜2との間に大きな電位差が生じ、この部分で絶縁破壊が生じ易くなる。特に、電極8と下部シールド膜2との間には、下部ギャップ膜4のみしか存在しないため、この部分で絶縁破壊が生じ易い。

【0020】次に、図9を参照して保護膜13を形成す

る場合の磁気抵抗効果型ヘッドの破壊について説明する。保護膜13は、一般に、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 程度の膜厚でアルミニナをスパッタリングすることにより成膜される。ところで、アルミニナは、スパッタイールドが小さく、成膜に時間がかかる。そこで、スパッタリング時に大電力を供給し、スパッタイールドを高める等の工夫がなされている。しかし、大電力の供給は、プラズマをより活性化し、電子の数を増加させ、基板表面の電位をより高めることとなる。

【0021】この結果、磁気抵抗効果型ヘッドの破壊がより顕著となる。そして、この場合にも、電極8と下部シールド膜2との間で絶縁破壊が生じ易い。さらに、MR複合膜6、電極8をイオンミリング法で形成する場合にも、絶縁破壊が顕著となる。この場合には、MR複合膜6あるいは電極8と下部シールド膜2との間で絶縁破壊が生ずる。

【0022】前述したように、記録再生分離型複合ヘッドを代表とする薄膜磁気ヘッドは、半導体プロセスを基本として作製され、成膜にスパッタリング法、エッチングにRIE（反応性イオンエッチング）法、あるいは、イオンミリング法等を用いて作製され、プラズマを用いた設備を多用して作製される。一般に、プラズマは、中性、プラスイオン及びマイナスの電子からなっており、このプラズマ雰囲気中に基板が曝されると、膜表面に電荷が蓄積される。この結果、前述したような電位差が生じ絶縁破壊が起き易くなる。

【0023】前述では、再生用の磁気抵抗効果型ヘッドの絶縁破壊について述べたが、記録用の誘導型薄膜磁気ヘッドについても同様な問題点がある。誘導型薄膜磁気ヘッドは、コイルと磁極との間で前述と同様な現象が発生しやすいが、コイルと磁気コアとの間に、膜厚数 $\mu\text{m}$ の絶縁膜が設けられているため、磁気抵抗効果型ヘッド程には絶縁破壊が生じることはない。

#### 【0024】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、従来技術による磁気抵抗効果型ヘッドは、素子の作製中の静電気の帯電により絶縁破壊が生じるという問題点を有している。

【0025】本発明の目的は、前記従来技術の問題点を40 解決し、素子作製中における素子の絶縁破壊を防止して高い歩留りで作製可能な、高密度の記録再生のために使用して好適な構造を有する磁気抵抗効果型ヘッド及び記録再生分離型複合ヘッド等の磁気ヘッドの製造方法を提供することにあり、かつ、製造段階における磁気ヘッド素子を有する基板、及び、該磁気ヘッド素子を有する基板の製造方法を提供することにある。

#### 【0026】

【課題を解決するための手段】本発明によれば前記目的50 は、製造段階で基板上に形成される複数の磁気抵抗効果型ヘッドの上部及び下部ギャップ膜を挟む下部シールド

膜、電極、上部シールド膜、及び、記録再生分離型複号ヘッド素子のときには、その誘導型ヘッド素子の磁極も電気的に接続しておくことにより達成される。

【0027】すなわち、本発明による磁気ヘッドの製造方法は、上部、下部シールド膜、磁気抵抗効果膜、該磁気抵抗効果膜にバイアス磁界を印加するためのバイアス膜、該磁気抵抗効果膜に電気的に接続された電極、該磁気抵抗効果膜、該電極と該上部、該下部シールド膜間に形成された上部、下部ギャップ膜、バルクハウゼンノイズ抑止のために磁気抵抗効果膜と磁気的に接続され、かつ、その両端に形成された磁区制御膜等からなる磁気抵抗効果型ヘッド素子、または、前記磁気抵抗効果型ヘッド素子と誘導型薄膜磁気ヘッド素子とからなる記録再生分離型複合ヘッド素子の複数個を、前記電極と上部及び下部シールド膜とが電気的に接続して基板上に形成し、基板上に形成された前記前記磁気抵抗効果型ヘッド素子または記録再生分離型複合ヘッド素子を1個ずつ切り離し、前記電極と上部及び下部シールド膜との電気的な接続を切り離すようにすることを特徴とする。

#### 【0028】

【作用】本発明は、基板上に素子を形成するときの各機能膜の形成時に、下部及び上部ギャップ膜の所定の位置にスルーホールを形成し、これらのギャップ膜を挟む下部シールド膜、電極、上部シールド膜及び磁極を相互に電気的に接続して、これらが同電位となるようにされている。

【0029】この結果、本発明は、製造工程の各段階において使用されるスパッタリング、反応性イオンエッチング、あるいは、イオンミリング等のプラズマ処理時に、各機能膜に生じる静電気による膜相互間の絶縁破壊を生じさせることを防止することができ、素子作製中ににおける素子の絶縁破壊を防止して高い歩留りで作製可能な、高密度の記録再生のために使用して好適な構造を有する磁気抵抗効果型ヘッド及び記録再生分離型複合ヘッドを製造することができる。

#### 【0030】

【実施例】以下、本発明による磁気抵抗効果型ヘッド及び記録再生分離型複合ヘッドの実施例を図面により詳細に説明する。

【0031】図1は本発明の第1の実施例による記録再生分離型複合ヘッドの断面構造を示す図である。図1において、13は保護膜、14、15は上部端子、16はスルーホール、17はバックギャップであり、他の符号は図4、図5の場合と同一である。

【0032】図1において、再生用の磁気抵抗効果型ヘッドは、基板1(一般にはベースアルミニナ膜1-1が積層されている)上に形成した外乱磁界からの影響を防止するための下部及び上部シールド膜2、3と、下部及び上部ギャップ膜4、5と、信号磁界を電気抵抗の変化として検出する磁気抵抗効果膜、分離膜、バイアス膜の3

層からなるMR複合膜6と、センス電流を通電するための電極8と、バルクハウゼンノイズを抑止するための磁区制御膜7により構成されている。

【0033】そして、記録再生分離型複合ヘッドは、前述のような構造を持った再生用としての磁気抵抗効果型ヘッド上に、記録用の誘導型薄膜磁気ヘッドが積層されて構成される。誘導型薄膜磁気ヘッドは、記録信号出力用のコイル10、磁極12及び絶縁層11等から構成される。電極8は、下部端子18及び上部端子14を介して外部の配線と接続される。コイル10も同様に外部の配線と接続される。

【0034】保護膜13は、磁気抵抗効果型ヘッド、誘導型薄膜磁気ヘッド及び端子14が形成された後、高周波スパッタ法により形成される。前述したように、素子の破壊は、この保護膜13の形成時にも発生しやすく、もちろん、その他、プラズマを用いるプロセスにおいても発生する。

【0035】図1に示す構造を持つ素子において最も絶縁破壊しやすい領域は、電極8と上部シールド膜3及び20下部シールド膜2とに挟まれた上部ギャップ膜5及び下部ギャップ膜4である。なぜならば、上部ギャップ膜5及び下部ギャップ膜4の膜厚が、一般に100nm~300nmと非常に薄いためである。

【0036】本発明の第1の実施例は、作製の途中において、電極8、下部シールド膜2、上部シールド膜3及び磁極12をスルーホール16を介して、素子上で電気的に接続しておくものである。これにより、第1の実施例は、上部ギャップ膜5及び下部ギャップ膜4を挟んでいる電極8と下部シールド膜2、上部シールド膜3及び30磁極12とを同電位とすることができます。これらの中での絶縁破壊を防止することができる。そして、基板上に作製された素子は、磁気ヘッドとするために、基板から切り出した後、図1に一点鎖線で示す位置まで研磨される。この結果、前述したスルーホール16による接続部が除去されることになり、作製の途中で絶縁破壊を生じさせることなく、高性能なヘッドを構成することができる。

【0037】次に、図1に示す構造を有する記録再生分離型複合ヘッドの作製方法を説明する。

40 【0038】(1)ベースアルミニナ膜1-1が積層された基板1上に下部シールド膜2を成膜する。基板1は、アルミニウムカーバイト板であり、下部シールド膜2は、膜厚が1μmのNiFe合金膜でありスパッタリング法により形成する。下部シールド膜2として、CoNbZr、CoTaZr等の非晶質合金薄膜を用いることも有効である。非晶質合金薄膜は、表面が平滑であるために、磁気抵抗効果膜の特性を劣化させにくいという特性を有している。また、下部シールド膜2は、ホトレジスト膜をマスクしたイオンミリング法により、所定の形状にパターニングされる。

【0039】(2) 下部ギャップ膜4を形成する。材質はアルミナであり、膜厚は0.2μmである。成膜はスパッタリングにより行い、図1に点線で囲んだ領域の下部ギャップ膜4を除去してスルーホール16とし、下部シールド膜2を露出させておく。

【0040】(3) バイアス膜、分離膜、磁気抵抗効果膜からなるMR層複合膜6を順次、連続的に成膜する。膜厚はそれぞれ20、15、25nmである。また、材質はそれぞれNiFeCoNb合金、Ta、NiFe合金で、成膜はスパッタリング法により行う。

【0041】(4) MR層複合膜6をイオンミリング法でパターニングする。パターンの大きさは20μm×5μmである。

【0042】(5) 磁区制御膜7及び電極8を形成する。電極は2層に形成して電気抵抗を小さくし、S/N比の向上を図っている。パターニングはリフトオフ法を行った。磁区制御膜7にはFeMn合金層を用いた。また、磁区制御膜7にはFeMnとRu、Ir、Rh等との合金も有効であり、さらに、CoPt、CoPtCr等の硬磁性膜も有効である。電極8は、Ta/Au/Ta複合膜を用い、膜厚を5/100/5nmとした。トラック幅となる電極間隔は2.5μmである。この磁区制御膜7及び電極8の形成時、電極8を前記(2)で形成した下部ギャップ膜4のスルーホール16を介して下部シールド膜2と電気的に接続する。

【0043】(6) 上部ギャップ膜5を形成する。材質はアルミナであり、膜厚は0.19μmである。成膜はスパッタリングで行った。また、次の工程(7)で形成する上部シールド膜3と電極8及び下部シールド膜2とを電気的に接続するため、図1に点線で囲んだ領域のアルミナ膜及び端子部等のアルミナ膜をイオンミリング法で除去し、スルーホール16としておく。スルーホール16の形成には、リフトオフ法を使用することも有効である。

【0044】(7) 上部シールド膜3を成膜する。上部シールド膜3は、NiFe合金薄膜でスパッタリング法により、膜厚を1μmに形成した。

【0045】前述までの工程で、下部シールド膜2、電極8及び上部シールド膜3が電気的に接続された再生用の磁気抵抗効果型ヘッドが形成される。そして、以下の工程を��けることにより、記録用誘導型薄膜磁気ヘッドを形成する。

【0046】(8) ギャップ膜9を形成する。材質はアルミナであり、膜厚は0.6μmである。成膜はスパッタリングで行った。上部シールド膜3と磁極12とが電気的に接続するため、図1に点線で囲んだ領域のバックギャップ17及び端子部のギャップ膜はイオンミリング法により除去し、スルーホール16としておく。スルーホール16の形成には、リフトオフ法を使用することも有効である。

【0047】(9) コイル10を形成する。コイルの巻数は17ターンで、めっき法で形成した。材料はCuであり、下層には付着力向上のためのCr層を形成した。全膜厚は3.5μmである。

【0048】(10) ホトレジストを塗布、熱処理し、絶縁層11を形成する。膜厚は12μmである。

【0049】(11) 磁極12を形成する。材料はNiFe合金であり、成膜はスパッタリング法で行った。膜厚は4μmである。その後、レジスト膜をマスクとしてイオニミリング法でパターニングし磁極12を形成する。

【0050】前述までの工程で、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12が電気的に接続された再生用の磁気抵抗効果型ヘッド及び記録用誘導型薄膜磁気ヘッドが形成される。さらに、以下の工程を続けることにより、端子及び保護膜を形成する。

【0051】(12) 磁気抵抗効果型ヘッドの電極8及び誘導型薄膜磁気ヘッドのコイル10に下部端子18を形成する。下部端子18はめっき法で形成した。材料はCuであり、膜厚は60μmである。

【0052】(13) 保護膜13を形成する。材料はアルミナでスパッタリング法で形成した。膜厚は70μmである。この工程により、基板全面が保護アルミナ膜19で覆われることになる。

【0053】(14) 次に、ラップ法により保護膜13を研磨し、下部端子18を露出させる。

【0054】(15) 磁気抵抗効果型ヘッド用の上部端子14及び誘導型薄膜磁気ヘッド用上部端子15をめっき法で形成する。材料はAuで、膜厚は10μmである。

【0055】以上の工程で、基板1上に、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12が電気的に接続された多数の記録再生分離型複合ヘッド素子が形成される。これらの各素子は、素子毎に切り出された後、図1に示す一点鎖線の位置まで研磨加工が施されて、記録再生分離型複合ヘッドとして作製される。

【0056】前述したような工程により作製した本発明の第1の実施例による磁気抵抗効果型ヘッドの耐圧を評価した結果、次のような結果が得られた。なお、耐圧の評価は、記録/再生特性の結果より判断した。すなわち、仮にヘッド作製中に絶縁破壊が発生していれば、磁気抵抗効果型ヘッド特有のバルクハウゼンノイズの発生、出力の対称性劣化、再生出力あるいは記録効率の低下等となって現われるはずであるので、これらについての評価を5000個のヘッドについて行った。

【0057】その結果、前述の工程で作製した本発明の第1の実施例のヘッドは、バルクハウゼンノイズが発生したヘッドが0.6% (30個)、再生出力がでないあるいは低下したヘッドが3% (150個)、出力の対称性劣化が生じたヘッド1.6% (80個)であった。また、記録特性の劣化したヘッドは約1% (49個)であった。

【0058】ちなみに、比較のために従来技術によるヘッドについても同時に作製し、同数の5000個のヘッドについて評価した。その結果、前述の障害を発生したヘッドは、それぞれ、8%（400個）、13%（650個）、10%（500個）、1%（50個）であった。

【0059】図2は本発明の第2の実施例による記録再生分離型複合ヘッドの構造を示す斜視図である。図2において、41～44はリード線であり、他の符号は図1の場合と同一である。

【0060】前述した本発明の第1の実施例は、基板1上に形成した素子毎に、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12を電気的に接続するとした。しかし、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12を同電位にすることができるれば、必ずしも各素子毎に接続を行う必要はない。

【0061】本発明の第2の実施例は、図2に示すように、複数の素子の下部シールド膜2同志をリード線を介して電気的に接続し、同様に、電極8、上部シールド膜3及び磁極12同志もリード線を介して電気的に接続し、さらに、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12から引き出されたリード線を電気的に相互に接続して作製するようしている。接続箇所は、基板作製中の破損を考慮すると、複数が望ましく、この実施例では、4個所の領域で接続した。

【0062】その作製方法は、例えば、下部シールド膜2の形成時にリード線41を作製するというものである。このため、本発明の第2の実施例は、前述した本発明の第1の実施例の工程（1）において使用するホトマスクの形状に変更を加えて工程（1）実施している。同様に、電極、上部シールド膜3、磁極12形成時にも、各工程で使用するホトマスクを変更することにより、それぞれのリード線42、43、44を形成することができる。そして、それぞれのリード線は、基板の複数の箇所で接続される。統いて、第1の実施例の場合と同様に、下部端子18、保護膜13、上部端子14、15を形成する。

【0063】本発明の第2の実施例は、リード線の作製、リード線同志の接続を行うために、前述した第1の実施例で用いたホトマスクのパターンを変更するだけによく、新たな工程を追加する必要がない。また、素子毎の切り出し、研磨は、第1の実施例1と同様に行えばよい。

【0064】本発明の第2の実施例についても5000個のヘッドについてその効果を評価した。その結果、バルクハウゼンノイズが発生したヘッドは0.5%（25個）、再生出力がでないあるいは低下したヘッドは3%（150個）、出力の対称性劣化を生じたヘッドは2.6%（130個）、記録特性の劣化したヘッドは約0.6%（30個）であり、第1の実施例の場合と同等の効

果を得ることができた。

【0065】前述した本発明の第2の実施例は、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12に形成したリード線を複数の箇所で接続するものとした。しかし、この実施例では、基板上に4本のリード線が縦横に形成されることになり、パターン配置の自由度が低下する場合がある。

【0066】次に説明する本発明の第3の実施例は、このような問題に対処することを可能にしたものであり、

10 前述した第1と第2の実施例を組み合わせた構造を備えたものである。

【0067】本発明は、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12が同電位となるようにすることがポイントであるので、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12の内のいくつかを素子部で電気的に接続しておいてもよいことになる。本発明の第3の実施例は、本発明の前述のような観点に立って構成されたもので、下部シールド膜2、上部シールド膜3及び磁極12を素子部で電気的に接続し、リード線20を電極8からのリード線と下部シールド膜2、上部シールド膜3及び磁極12からのリード線との2本として構成される。

【0068】これにより、本発明の第3の実施例は、基板上のリード線を本発明の第2の実施例の半分とすることができ、パターン配置の自由度が低下することを避けることができ、第1、第2の実施例の場合と同様な効果を得ることができる。

【0069】図3は本発明の第4の実施例による記録再生分離型複合ヘッドの断面構造を示す図である。図3において、19はスルーホールであり、他の符号は図1の場合と同一である。

【0070】図3に示す本発明の第4の実施例は、ベースアルミナ膜1-1上に、前述した本発明の第1～第3の実施例で説明したと同様に、スペッタリング法、ホトリソグラフィ法によって、素子を形成していく。そして、この第4の実施例は、下部シールド膜2、電極8、上部シールド膜3及び磁極12をスルーホール19により基板1と電気的に接続して構成される。

【0071】本発明の第4の実施例は、前述のようにすることにより、素子部に蓄積された電荷を基板を通してアースに放出することができ、作製の途中における破壊を防止することができる。

【0072】本発明の第4の実施例についても5000個のヘッドについてその効果を評価した。その結果、バルクハウゼンノイズが発生したヘッドは0.5%（25個）、再生出力がでないあるいは低下したヘッドが1.5%（76個）、出力の対称性劣化を生じたヘッドは2.0%（103個）、記録特性の劣化したヘッドは約0.2%（10個）であり、第1～第3の実施例より高い効果を得ることができた。

11

【0073】前述した本発明の第1～第4の実施例は、記録再生分離型複合ヘッドを製造するものとして説明したが、本発明は、磁気抵抗効果型ヘッドの製造にも適用することができる。この場合、前述した各実施例において、磁気抵抗効果型ヘッド素子を基板上に形成した状態から、切り離しの工程を行うようにすればよい。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、磁気抵抗効果型ヘッド及び記録再生分離型複合ヘッドの素子作製中における素子の絶縁破壊を防止して高い歩留りで作製可能な、高密度の記録再生のために使用して好適な磁気抵抗効果型ヘッド及び記録再生分離型複合ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による記録再生分離型複合ヘッドの断面構造を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施例による記録再生分離型複合ヘッドの構造を示す斜視図である。

【図3】本発明の第4の実施例による記録再生分離型複合ヘッドの断面構造を示す図である。

【図4】従来技術による記録再生分離型複合ヘッドの構造を説明するする斜視図である。

【図5】再生用磁気抵抗効果型ヘッドの構造を説明する図である。

【図6】基板上に形成される磁気ヘッド群を説明する図である。

12

【図7】記録再生分離複合ヘッドの作製プロセスを説明する図である。

【図8】上部ギャップ膜形成時の破壊のメカニズムを説明する図である。

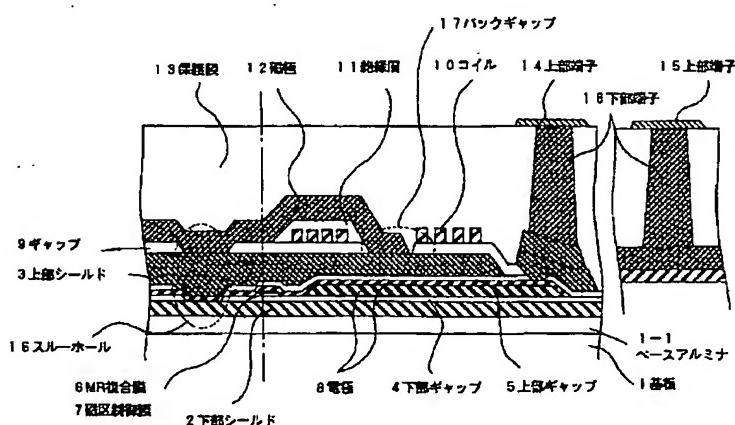
【図9】保護アルミナ膜形成時の破壊のメカニズムを説明する図である。

【符号の説明】

- |     |              |
|-----|--------------|
| 1   | 基板           |
| 1-1 | ベースアルミナ      |
| 10  | 2 下部シールド膜    |
|     | 3 上部シールド膜    |
|     | 4 下部ギャップ膜    |
|     | 5 上部ギャップ膜    |
|     | 6 MR複合膜      |
|     | 7 磁区制御膜      |
|     | 8 電極         |
|     | 9 ギャップ膜      |
| 20  | 10 コイル       |
|     | 11 絶縁層       |
|     | 12 磁極        |
|     | 13 保護膜       |
|     | 14、15 上部端子   |
|     | 16、19 スルーホール |
|     | 17 バックギャップ   |
|     | 18 下部端子      |
|     | 41～44 リード線   |

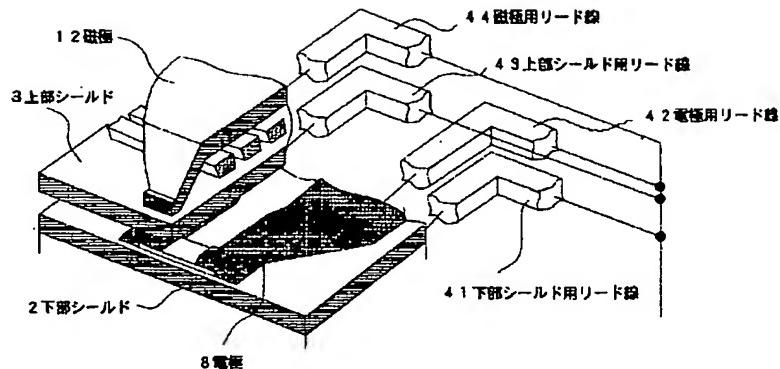
【図1】

【図1】



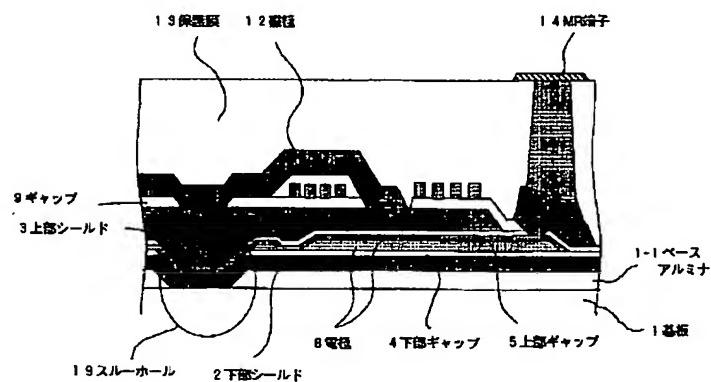
【図2】

【図2】



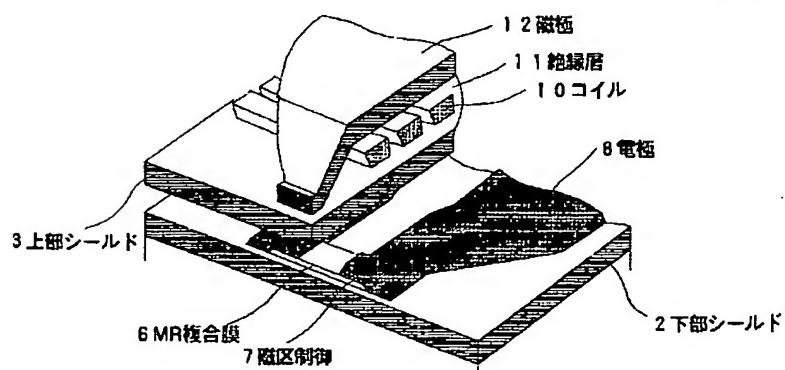
【図3】

【図3】

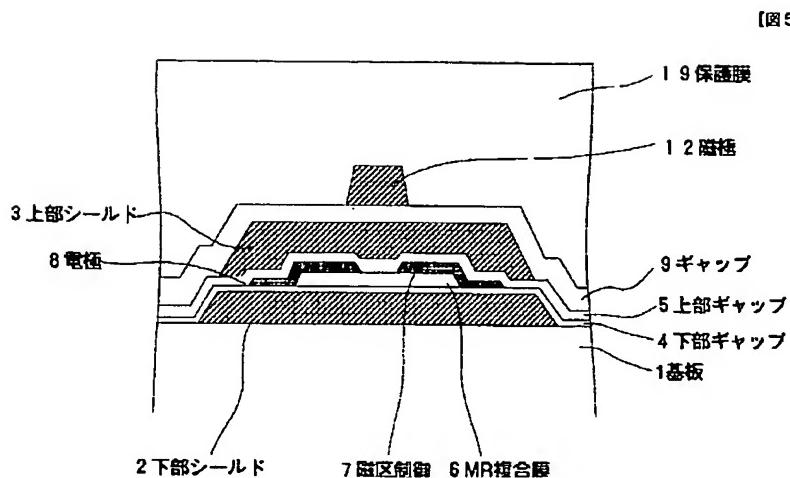


【図4】

【図4】

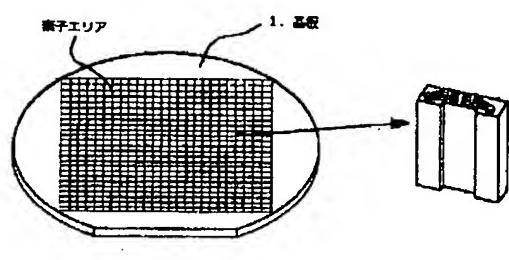


【図5】



【図6】

【図6】

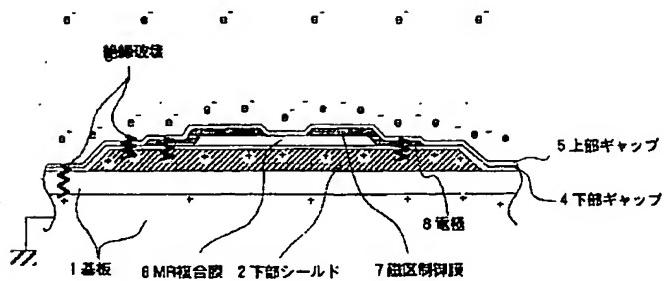


(a) 電子が多箇所形成された加工前の基板

(b) スライダ

【図8】

【図8】



【図7】

【図7】

工 程	電子斜視図	電子断面図(浮上面)
(1) ● 基板1 ● Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1-1		
(2) ● 下部シールド膜2 ● 下部ギャップ4		
(3) ● 磁区制御膜7 ● MR複合膜6 ● 電極8		
(4) ● 上部ギャップ5 ● 上部シールド膜3		
(5) ● ギャップ膜9 ● コイル10 ● 絶縁膜11 ● 磁極12		
(6) ● 保護膜13 ● 端子14		

【図9】

【図9】

